



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0068930
Application Number

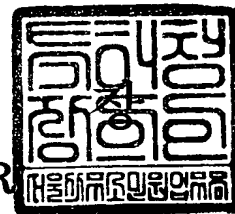
출원 년 월 일 : 2003년 10월 02일
Date of Application OCT 02, 2003

출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 11 월 12 일

특 허 청
COMMISSIONER





【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2003.10.02
【발명의 명칭】	웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 및 추출 방법
【발명의 영문명칭】	The method for embedding Watermarks on the lowest wavelet subband and the extracting method
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	권태복
【대리인코드】	9-2001-000347-1
【포괄위임등록번호】	2001-057650-1
【대리인】	
【성명】	이화익
【대리인코드】	9-1998-000417-9
【포괄위임등록번호】	1999-021997-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	서용석
【성명의 영문표기】	SEO, YONG-SEOK
【주민등록번호】	730505-1772712
【우편번호】	305-720
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 두레아파트 103동 1105호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	주상현
【성명의 영문표기】	J00, Sanghyun
【주민등록번호】	650201-1042711

【우편번호】	305-761
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 304동 608호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이선화
【성명의 영문표기】	LEE, Seon Hwa
【주민등록번호】	771125-2822410
【우편번호】	305-350
【주소】	대전광역시 유성구 가정동 236-1 ETRI기숙사 1동 330호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 권태복 (인) 대리인 이화익 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	5 면 5,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	9 항 397,000 원
【합계】	431,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	215,500 원
【기술이전】	
【기술양도】	희망
【실시권 허여】	희망
【기술지도】	희망
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 워터마크 삽입 시, 각 위치별 삽입강도 조절 및 선택적 삽입 생략을 통해서 외부공격에 대해 강인성을 갖고 화질열화를 최소화할 수 있는 워터마크 삽입 및 추출방법에 관한 것이다.

본 발명은, 원본영상을 웨이블릿 분해하고 그 DC성분 영역을 워터마크 삽입영역으로 설정하는 단계; 삽입영역의 원화상을 고주파 필터링하여 미리화상을 생성하는 단계; 워터마크의 삽입위치를 지정하는 인덱스 정보와 그 워터마크열을 생성하는 단계; 각 삽입위치에 대한 삽입강도를 산출하는 단계; 각 삽입위치에 대해 원화상 계수값과 그 미리화상 계수값을 상호 비교한 후 해당 위치의 삽입강도를 기준으로 그 워터마크값에 따라 원화상 계수값을 변경하여 워터마크를 삽입하는 단계; 및 삽입후 변경된 원화상 계수값과 변경전의 그 계수값간의 차이가 클 경우 그 위치에 대한 워터마크 삽입을 생략하는 단계;로 이루어진다.

【대표도】

도 4

【색인어】

디지털 콘텐츠, 워터마킹, 웨이블릿 변환, 삽입 생략(Embedding-skipping), 삽입강도, Wiener 필터

【명세서】**【발명의 명칭】**

웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 및 추출 방법{The method for embedding Watermarks on the lowest wavelet subband and the extracting method}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 최저주파수 대역에서의 워터마크 삽입 과정을 보여주는 도면.

도 2는 본 발명에 따른 웨이블릿 분해 단수와 워터마크가 삽입될 DC영역(LL 부대역)의 크기 관계를 보여주는 도면.

도 3은 본 발명에 따른 워터마크 삽입장치에 대한 블록 구성도.

도 4는 도 3의 워터마크 삽입장치에서의 처리 흐름도.

도 5는 본 발명에 따른 워터마크 삽입부에서의 처리 알고리즘.

도 6은 본 발명에 따른 워터마크 추출장치에 대한 블록 구성도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

300: 워터마크 삽입장치 310: Wiener 필터

320: 워터마크 삽입부 330: 워터마크 생성부

340: 인덱스정보 생성부 600: 워터마크 추출장치

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <11> 본 발명은 웨이블릿 최저주파수대역에서의 디지털 워터마크 삽입 및 추출방법에 관한 것이며, 보다 상세히는 웨이블릿 최저주파수 대역(DC성분 영역)에서의 워터마크 삽입 시, 인간의 시각특성을 고려한 각 위치별 삽입강도(λ)에 따라 워터마크를 삽입하고 화질저하를 방지하기 위해 선택적으로 삽입을 생략함으로써 외부공격에 견고할 뿐만 아니라 고화질의 워터마킹을 수행하는 워터마크 삽입 및 추출방법에 관한 것이다.
- <12> 최근 디지털 정보 시대에 접어들면서 인터넷 및 각종 네트워크가 널리 보급되고 데이터 전송, 신호처리기술 등 관련기술이 발달함에 따라, 오디오, 이미지, 비디오 등의 각종 디지털 멀티미디어 데이터들에 대한 수요와 그 상업적 가치가 증대되고 있다. 하지만, 이러한 상업적 가치 및 수요의 증대와 더불어 이를 악용하는 각종 불법 복제 및 변조가 성행하고 있기 때문에, 이러한 불법 복제를 차단하여 디지털 멀티미디어 콘텐츠에 대한 저작권을 보호하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다.
- <13> 이와 같이 디지털 저작권을 보호하기 위한 효과적인 방안으로서 디지털 워터마킹 방법이 제안되었으며, 디지털 워터마킹(digital watermarking)이란, 멀티미디어 데이터의 내부에 사람이 시각적으로 감지하기 어려울 정도로 저작권 정보를 삽입하고, 필요시 그 저작권 정보를 추출하여 그 저작권자 또는 소유권자를 확인할 수 있도록 하는 것이다. 따라서, 워터마킹은 워터마크의 삽입여부를 시각적으로 쉽게 확인할 수 없는 비가시성(invisibility)과 외부의 의도



적인 변환, 압축 및 영상처리, 잡음 등에 대응할 수 있는 강인성(robustness)이 동시에 확보되어야 한다.

<14> 하지만, 비가시성은 인간의 시각이 고주파보다는 저주파 성분의 변화에 민감하게 반응하는 특성으로 인해 저주파 영역에서 확보되기 어렵고, 강인성은 일반적으로 고주파 영역에서 떨어지게 된다.

<15> 따라서, 디지털 워터마킹 기법에 있어서, 외부의 공격이나 잡음 등에 대해 강인성을 가질 뿐만 아니라 화질열화가 최소화되도록 하는 것이 중요한 과제이다.

<16> 한편, 종래의 웨이블릿(wavelet) 변환 방식의 워터마킹은, 비가시성을 확보하기 위해 LL 부대역을 제외한 나머지 부대역(고주파 영역 및 중간주파수 영역)에 워터마크를 삽입하는 방식을 일반적으로 사용하고 있다.

<17> 하지만, 최근에 JPEG2000과 같은 고압축 기술이 등장함에 따라, 종래의 워터마킹 방법은 고압축, 외부의 인위적인 공격 등에 대해 강인성이 떨어지는 문제점이 있다.

<18> 따라서, 웨이블릿 최저주파 대역인 DC 성분영역에 워터마크 삽입이 요구되고 있으며, 결과적으로 LL대역에 워터마크를 삽입할 경우 그 화질의 열화를 최소화하여 비가시성을 확보할 수 있는 기술의 개발이 절실하게 되었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<19> 따라서, 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 웨이블릿 변환영역의 최저주파수 대역(LL_n)에서의 워터마크 삽입 시, 인간의 시각특성의 모델링을 통한 적응적인 삽입강도 조절법 및 부분적인 삽입 생략법을 사용함으로써, 외부의 인위적인 공격, 고압축(JPEG2000 등) 공격, 잡음 등

에 대해 견고성을 가질 뿐만 아니라 그 화질열화를 최소화함으로써 비가시성을 동시에 확보할 수 있는 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 및 추출방법을 제공하는데 있다.

<20> 상기 본 발명의 목적을 달성하기 위한 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 방법은, 다단 웨이블릿 변화된 원본 영상의 DC성분 영역을 워터마크 삽입영역으로 설정하고, 그 삽입영역의 원화상(LL_n)을 고주파 필터링하여 고주파 성분이 제거된 미러화상(LL_n')을 생성하는 단계; 상기 워터마크 삽입영역내 워터마크가 삽입될 화소의 위치를 지정하는 인덱스 정보와, 그 삽입될 워터마크열을 생성하는 단계; 상기 원화상(LL_n) 계수값의 분산정도를 고려하여 상기 워터마크 삽입영역의 각 위치에 대한 삽입강도(λ)를 산출하는 단계; 상기 인덱스 정보에 의해 지정되는 삽입위치에 상기 워터마크열을 순차적으로 삽입함에 있어, 각 삽입위치에 대한 원화상(LL_n) 계수값과 미러화상(LL_n') 계수값을 상호 비교한 후 해당 위치의 삽입강도(λ)를 기준으로 그 워터마크값에 따라 원화상(LL_n) 계수값을 변경하여 워터마크를 삽입하는 단계; 및 상기 워터마크 삽입으로 변경된 원화상(LL_n) 계수값이 변경전의 그 계수값에 비해 해당 삽입강도(λ)를 기준으로 소정이상 차이가 날 경우 그 위치에 대한 워터마크 삽입을 생략하는 단계;를 포함한다.

<21> 또한, 상기 본 발명의 목적을 달성하기 위한 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 추출 방법은, 워터마크 삽입 이미지를 그 삽입시와 동일한 레벨로 웨이블릿 변환한 후 그 DC 성분영역을 워터마크 추출영역으로 하고, 상기 추출영역의 원화상(LL_{nE})에 대해 고주파 필터링을 수행하여 고주파 성분이 제거된 미러화상(LL_{nE}')을 생성하는 단계; 워터마크 추출 위치를 지정하는 인덱스 정보에 따라 각 추출위치에서의 원화상 계수값과 미러화상 계수값을 상호 비교하여 워터마크열($W_E(i)$)을 추출하는 단계; 사용자로부터 키(key)값을 입력받아 워터마

크 삽입시의 워터마크열(W(i))을 생성하는 단계; 및 상기 추출된 워터마크열과 상기 삽입시의 워터마크열간의 유사도를 결정하고, 그 유사도값이 소정의 임계값이상인지에 의해 워터마크 존재여부를 판정하는 단계;를 포함한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <22> 이하, 본 발명에 따른 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- <23> 도 1은 본 발명에 따른 최저주파수대역(DC 영역)에서의 워터마크 삽입 과정을 도시한 것이다.
- <24> 도 1을 참조하면, 본 발명은, 먼저 원본 영상(110)을 원하는 n-레벨만큼 웨이블릿 분해하고 이때 얻어지는 최저주파수 대역(LL_n)인 DC영역에 워터마크를 삽입한다.(S101)
- <25> 즉, 본 발명은, 상기와 같이 최저주파수 대역에 워터마크를 삽입하기 때문에 JPEG-2000과 같은 고압축 외부공격에 대해 강인성을 확보할 수 있게 된다. 또한, 본 발명은 이와 같이 DC영역에 워터마크를 삽입함에 따른 화질열화를 최소화하기 위하여, 각 삽입 위치별로 그 삽입 강도를 조절하거나 선택적인 삽입 생략을 실행하게 된다.
- <26> 따라서, 상기 DC영역의 크기는 워터마크열의 길이와 삽입강도, 및 화질열화의 정도와 외부공격에 대한 강인성 등을 고려하여 적절한 크기로 설정되어야 하며, 이는 웨이블릿 변환 단수에 의해 결정된다.
- <27> 도 2는 웨이블릿 분해에 따른 웨이블릿 단수와 DC영역의 크기 관계를 보여주고 있으며, 도시된 바와 같이, M×N 크기의 원본 영상을 n-레벨 웨이블릿 분해할 경우 그 DC영역의 크기는 $\frac{M}{2^n} \times \frac{N}{2^n}$ 이 된다.

- <28> 상기와 같이, 원본 영상(110)을 워터마크열의 길이 등에 따라 적정의 n -레벨로 분해하여 그 DC영역의 크기가 결정되면, 워터마크 삽입장치(300)는 DC영역인 LL_n 부대역에 워터마크를 삽입하고 그 삽입후 DC영역인 LL_{nE} 을 출력하게 된다.
- <29> 이때, 상기 워터마크 삽입장치(300)는 사용자에게 의해 입력되는 Key1 및 Key2 값에 따라 워터마크 데이터열과 각 워터마크의 삽입위치를 결정하고, 각 위치에 따른 삽입강도의 조절방법 및 과도한 화질열화 위치에 대한 삽입생략 방법을 적용하여(이에 대하여는 이하 도 3내지 도 5를 참조하여 상세히 설명함) LL_n 부대역의 각 웨이블릿 계수값을 그 워터마크 값에 따라 변경하게 된다.
- <30> 또한, 상기 워터마크 삽입장치(300)로부터 워터마크가 삽입된 DC영역(LL_{nE} 부대역)이 얻어지면, 이를 나머지 고주파 영역(LH, HL, HH 영역)과 합성한 후 전체를 동일한 n -레벨로 역 웨이블릿 변환하여 워터마크가 삽입된 고화질의 이미지(120)를 얻게 된다.(S102)
- <31> 한편, 도 3은 상기 워터마크 삽입장치(300)에 대한 블록 구성도이고, 도 4는 워터마크 삽입장치(300)에서의 처리과정을 도시한 흐름도이다.
- <32> 도 3에서, 상기 워터마크 삽입장치(300)는, Wiener 필터(310), 워터마크 삽입부(320), 인덱스정보 생성부(340), 워터마크 생성부(330)로 이루어진다. 상기 설명된 웨이블릿 변환(삽입영역 설정) 및 웨이블릿 역 변환을 위한 수단도 워터마크 삽입장치(300)의 일 구성요소가 될 수 있다.
- <33> 상기 Wiener 필터(310)는 고주파 제거 필터로서, 워터마크 삽입영역인 LL_n 부대역에 대해 그 고주파 성분을 제거하여 LL_n' 부대역을 출력한다. 이는 각 삽입위치들에 대해 LL_n 계수값과 그 LL_n' 계수값을 상호 비교하여 그 고주파 의존도를 검사하고 그 고주파 의존도 및 워터마크

값에 따라 적절하게 LL_n 계수값을 변경함으로써, 워터마크 삽입으로 인한 화질열화를 최소화하고 외부공격에 대해 강인성을 확보하기 위함이다.

- <34> 당업자로서는 상기 Wiener 필터(310)뿐만 아니라 웨이블릿 LL_n 부대역에 대해 그 고주파 성분을 용이하게 제거할 수 있는 다른 고주파 제거 필터로 대체 실시할 수 있다.
- <35> 상기 워터마크 생성부(330)는 사용자에 의해 선택된 Key1 값에 따라 워터마크 데이터열 ($W(i)$)을 생성하여 상기 워터마크 삽입부(320)로 제공한다. 워터마크 데이터열은 '1'과 '-1'의 랜덤 시퀀스로서 Key1 값에 따라 랜덤하게 정해진다.
- <36> 상기 인덱스정보 생성부(340)는 사용자에 의해 임의로 입력되는 Key2 값에 따라 인덱스 정보($idx(i)$)를 생성하여 상기 워터마크 삽입부(320)에게 LL_n 부대역내 워터마크가 삽입될 위치 정보를 알려준다. 이러한 인덱스 정보는 Key2 값에 따라 정해지는 랜덤 시퀀스로서 '0'과 '1'의 이진 시퀀스로 구성되며, 그 열의 길이는 LL_n 부대역의 크기와 동일하게 생성되고 '1'에 해당하는 위치에 워터마크가 삽입된다.
- <37> 상기 워터마크 삽입부(320)는 상기 인덱스 정보($idx(i)$)와 상기 워터마크 데이터열 ($W(i)$), 및 상기 LL_n 부대역 계수값과 그 고주파 필터링된 상기 LL_n' 계수값을 각각 입력받은 후, 각 위치별 삽입강도를 산출하고, 상기 인덱스 정보에 따른 각 삽입위치에 대해 LL_n 계수값과 LL_n' 계수값을 상호 비교하여 그 계수값 차이가 해당 위치의 삽입강도 이상으로 나는 지 여부 및 LL_n 계수값의 변경 정도를 확인하고 이에 따라 LL_n 계수값을 변경하거나 유지함으로써 워터마크를 삽입하게 된다.

- <38> 한편, 도 4를 참조하면, 위터마크 삽입과정은, 먼저 최초 입력된 LL_n 부대역(Wiener 필터링되지 않은 n -레벨 웨이블릿 변환 후의 original LL_n 부대역으로, 이하 O_{LL_n} 이라 함)의 각 위치에 대해 삽입강도(λ)를 산출한다.(S401)
- <39> 상기 삽입강도(λ)는 LL_n 계수값과 그 필터링된 LL_n' 계수값간의 차이가 일정 간격이상으로 유지되도록 하기 위한 값으로, 외부의 공격으로 인해 LL_n 계수값이 변형될 수 있기 때문에 외부 공격에 대해 강인성을 갖고 위터마크를 정확하게 추출하기 위해서는 상기 두 계수값이 충분한 간격을 유지하도록 할 필요가 있다. 하지만 계수값의 간격이 지나치게 클 경우 화질열화가 심하게 발생될 수 있으므로 상기 삽입강도는 각 위치별로 적정한 값으로 설정되어야 한다.
- <40> 이를 위하여, 본 발명은 바람직한 실시예로서, O_{LL_n} 부대역의 각 위치(i, j)에 대한 NVF(noise visibility function)와 위터마크 삽입강도(λ)를 다음의 수학적 식 (1), (2)에 따라 각각 산출한다.

<41>

$$NVF(i, j) = \frac{\sigma_{\max}^2}{\sigma_{\max}^2 + \theta \sigma^2(i, j)} \quad (1)$$

$$\lambda(i, j) = S_e \cdot (1 - NVF(i, j)) + S_f \cdot NVF(i, j) \quad (2)$$

- <42> 여기에서, $\sigma^2(i, j)$ 는 위치 (i, j)를 중심으로 그 주변영역(예, 5×5 영역)에 대한 지역분산값(local variance)을, σ_{\max}^2 은 O_{LL_n} 영역에서의 최대 분산값(maximum local variance)을 의미하며, S_e 와 S_f 는 각각 영상의 경계부분(edge region)과 평탄영역(flat region)에 대해 미리

정해둔 삽입강도 조절 값들이다. 바람직하게는 $S_e=15$, $S_f=5$, $\theta=150$ 값으로 설정할 수 있으나, 강인성과 비가시성의 요구에 따라 적절한 조절이 가능하다.

<43> 이와 같이, 본 발명은 삽입강도를 그 삽입위치에서의 분산값, 및 경계영역과 평탄영역의 조절값 등에 의해 적절하게 설정하기 때문에 외부공격에 대해서 강인성을 유지하면서 워터마크 삽입으로 인한 화질의 열화를 최소화할 수 있게 된다.

<44> LL_n 부대역의 각 위치에 대해 삽입강도가 산출되면, 사용자로부터 Key1 및 Key2 값을 입력받고, (S402) LL_n 부대역을 필터링하여 LL_n' 부대역을 생성한 후, (S403) 각 삽입위치에 대해 LL_n 계수값과 LL_n' 계수값을 상호 비교하면서 상기 삽입강도를 적용하여 워터마크를 삽입하게 된다. (S404)

<45> 이러한 워터마크 삽입과정에 대한 보다 구체적인 알고리즘 및 흐름도가 다음의 수학적식 (3)과 도 5를 통해 제시되어 있다.

<46>

```

for  $i = 1:wm\_length$ 
  if ( $w(i) == +1$ )
    if ( $LL_n(i) < LL'_n(i) + \lambda(i)$ )
      New  $LL_n(i) = LL'_n(i) + \lambda(i)$ 
    end
  else if ( $w(i) == -1$ )
    if ( $LL_n(i) > LL'_n(i) - \lambda(i)$ )
      New  $LL_n(i) = LL'_n(i) - \lambda(i)$ 
    end
  else if ( $\| O\_LL_n(i) - LL_n(i) \| > 3\lambda(i)$ )
    New  $LL_n(i) = O\_LL_n(i)$ 
  end
end
end

```

(3)

- <47> 수학식 (3) 또는 도 5를 참조하면, 먼저 삽입열 (i)를 1로 초기 설정한 후, (S501) 첫 번째 워터마크 삽입위치에 대해 그 LL_n 계수값을 변경하여 워터마크를 삽입하고, (i)를 1씩 증가시키면서 전체 워터마크열에 대해 순차적으로 $LL_n(i)$ 계수값을 변경하게 된다.
- <48> 이때, 해당 삽입위치(i)에 대한 워터마크 값 $W(i)$ 이 '1'일 경우, 그 LL_n 계수값($LL_n(i)$)과 LL_n' 계수값에 삽입강도를 가산한 값($LL_n'(i) + \lambda(i)$)을 비교하여, (S502) $LL_n(i)$ 가 $LL_n'(i) + \lambda(i)$ 보다 크게 되면 $LL_n(i)$ 의 계수값은 그대로 유지하고, $LL_n(i)$ 가 $LL_n'(i) + \lambda(i)$ 보다 작을 경우는 $LL_n(i)$ 계수값을 $LL_n'(i) + \lambda(i)$ 으로 치환하여 그 계수값간에 충분한 간격($\lambda(i)$ 이상으로)이 유지되도록 한다. (S503)
- <49> 여기에서, 상기 삽입강도 $\lambda(i, j)$ 가 위치 (i, j)에 대한 행렬적 표현인데 비해, 상기 삽입강도 $\lambda(i)$ 는 이에 대한 데이터열로서의 표현이다.
- <50> 반면에, 해당 삽입위치(i)에 대한 워터마크값 $W(i)$ 이 '-1'인 경우는, LL_n 계수값($LL_n(i)$)과 LL_n' 계수값에 삽입강도를 감산한 값($LL_n'(i) - \lambda(i)$)을 비교하여, (S504) $LL_n(i)$ 계수값이 $LL_n'(i) - \lambda(i)$ 값보다 작으면 그 $LL_n(i)$ 계수값을 그대로 유지하고, $LL_n(i)$ 계수값이 $LL_n'(i) - \lambda(i)$ 값보다 클 경우는 $LL_n(i)$ 계수값을 $LL_n'(i) - \lambda(i)$ 값으로 치환함으로써 그 계수값간에 충분한 간격이 유지되도록 한다. (S505)
- <51> 또한, 상기과 같이 '1' 또는 '-1'의 워터마크값에 따라 $LL_n(i)$ 의 계수값을 변경한 후, 그 변경된 계수값과 해당 위치의 최초 0- $LL_n(i)$ 계수값과의 차이가 그 삽입강도의 3배($3\lambda(i)$)보다 크게 날 경우, 이와 같은 워터마크의 삽입은 화질열화가 크게 됨을 의미하므로 해당 위치에 대해서는 최초 0- LL_n 계수값으로 유지 즉, 워터마크의 삽입을 생략함으로써 화질의 열화를 방지한다. (S506 내지 S509)

- <52> 이와 같은 워터마크의 삽입생략은 워터마크 $W(i)$ 추출시 약간의 오차를 수반할 수 있지만, 전체 삽입열중에서 큰 비중을 차지하지 않기 때문에 추출과정에서의 유사도 판정에 의해 동일한 워터마크로 판단될 수 있다.
- <53> 본 발명은, 상기와 같이 (i) 를 순차적으로 증가시키면서 각 삽입위치에 대해 워터마크열 $W(i)$ 을 1회 삽입한 후, (S510) 이러한 과정을 소정의 횟수로 반복 수행하여 워터마크열을 반복 삽입한다. (S405)
- <54> 즉, 상기 워터마크열의 1회 삽입으로 얻어지는 변경된 LL_n 계수값을 다시 Wiener 필터 (310)로 케환 입력하여 그 LL_n' 계수값을 얻고, 각 삽입위치별로 상기 S501 단계 내지 상기 S502 단계에 따라 워터마크열을 반복 삽입하여 워터마크링된 DC영역(LL_{nE})를 출력하게 된다. (S406)
- <55> 이러한 반복삽입의 횟수가 많아질수록 일반적으로 강인성은 높아지지만 화질은 저하되는 특성이 있다. 즉, 반복횟수가 증가함에 따라, 그 출력되는 $LL_{nE}(i)$ 계수값은 최초 0_{LL_n} 계수값과의 간격이 점진적으로 증가하다가 일정 횟수 이상에서는 포화되어 일정한 간격으로 유지된다.
- <56> 따라서, 당업자로서는 원하는 강인성과 화질열화를 고려하여 적정의 반복횟수를 설정할 필요가 있으며, 본 발명에서는 바람직한 실시예로서 횟수 반복으로 인해 $LL_{nE}(i)$ 계수값이 거의 변경되지 않는 10회 정도의 반복삽입을 실행하였다.
- <57> 한편, 도 6은 본 발명에 따른 워터마크 추출장치(600)에 대한 블록 구성도이다.

<58> 도 6을 참조하여 본 발명에 따른 워터마크 추출과정을 설명하면, 먼저 워터마크가 삽입된 이미지를 삽입시와 동일한 n-레벨로 웨이블릿 분해하여 그 최저주파수 대역인 LL_{nE} 부대역을 추출한다.

<59> 그리고, LL_{nE} 부대역은 Wiener 필터(610)를 통해 그 고주파성분이 제거된 LL_{nE}' 계수값을 얻고, LL_{nE} 부대역의 계수값과 LL_{nE}' 계수값이 워터마크 추출부(620)로 입력된다.

<60> 또한, 인덱스정보 생성부(630)는 사용자에게 의해 입력되는 Key2 값에 따른 인덱스 정보 ($idx(i)$)를 생성하여 상기 워터마크 추출부(620)에 LL_{nE} 부대역내의 워터마크 추출위치를 알려준다.

<61> 이에 따라, 상기 워터마크 추출부(620)는 각 추출위치에 대해 그 $LL_{nE}(i)$ 계수값과 $LL_{nE}'(i)$ 계수값을 상호 비교하여 다음의 수학적 식 (4)에 따라 삽입된 워터마크열 $W_E(i)$ 를 추출하게 된다.

<62>

$$\begin{aligned} W_E(i) &= -1, & \text{if } LL_{nE} < LL'_{nE} \\ W_E(i) &= +1, & \text{otherwise} \end{aligned} \quad (4)$$

<63> 즉, $LL_{nE}(i)$ 계수값이 $LL_{nE}'(i)$ 계수값보다 작을 경우는 '-1'의 워터마크를 추출하고, 그 반대의 경우는 '+1'의 워터마크를 추출한다.

<64> 또한, 워터마크 생성부(650)은 사용자가 입력한 Key1 값에 따라 삽입시의 워터마크열 $W(i)$ 를 생성하여 워터마크 비교부(640)로 전달한다.

<65> 이에 따라, 상기 워터마크 비교부(640)는 상기 추출된 워터마크열 $W_E(i)$ 과 원래 삽입된 워터마크열 $W(i)$ 간의 상관도(Correlation)값 연산을 통해 그 두 워터마크 데이터열간의 유사도

(Simility)를 결정하고, 그 유사도값(Simility)이 소정의 임계값보다 크면 워터마크가 존재하는 것으로 판정한다.

【발명의 효과】

<66> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 및 추출방법은, 강인성을 부여하는 저주파대역에서 고화질을 유지하면서 워터마크를 삽입할 수 있는 알고리즘을 제시함으로써, 저주파대역 워터마킹의 강인성과 화질열화 간의 트레이드 오프(trade-off) 문제를 해결할 수 있으며, 상관도 기반 워터마킹 방법에서 유용하게 사용할 수 있다.

<67> 이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 및 추출방법을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구의 범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

다단 웨이블릿 변화된 원본 영상의 DC성분 영역을 워터마크 삽입영역으로 설정하고, 그 삽입영역의 원화상(LL_n)을 고주파 필터링하여 고주파 성분이 제거된 미러화상(LL_n')을 생성하는 단계;

상기 워터마크 삽입영역내 워터마크가 삽입될 화소의 위치를 지정하는 인덱스 정보와, 그 삽입될 워터마크열을 생성하는 단계;

상기 원화상(LL_n) 계수값의 분산정도를 고려하여 상기 워터마크 삽입영역의 각 위치에 대한 삽입강도(λ)를 산출하는 단계;

상기 인덱스 정보에 의해 지정되는 삽입위치에 상기 워터마크열을 순차적으로 삽입함에 있어, 각 삽입위치에 대한 원화상(LL_n) 계수값과 미러화상(LL_n') 계수값을 상호 비교한 후 해당 위치의 삽입강도(λ)를 기준으로 그 워터마크값에 따라 원화상(LL_n) 계수값을 변경하여 워터마크를 삽입하는 단계; 및

상기 워터마크 삽입으로 변경된 원화상(LL_n) 계수값이 변경전의 그 계수값에 비해 해당 삽입강도(λ)를 기준으로 소정이상 차이가 날 경우 그 위치에 대한 워터마크 삽입을 생략하는 단계;로 이루어지는 것을 특징으로 하는 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 방법.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 고주파 성분 제거 단계는,

Wiener 필터링을 통해 상기 워터마크 삽입영역의 화상에서 고주파 성분을 제거하는 것을 특징으로 하는 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 방법.

【청구항 3】

제 1항에 있어서, 상기 삽입강도 산출 단계는,

상기 워터마크 삽입영역에 대해 아래의 수학적식에 따라 각 위치별 삽입강도(λ)를 산출하는 것을 특징으로 하는 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 방법.

[수학적식]

$$NVF(i, j) = \frac{\sigma_{\max}^2}{\sigma_{\max}^2 + \theta \sigma^2(i, j)} \quad (1)$$

$$\lambda(i, j) = S_e \cdot (1 - NVF(i, j)) + S_f \cdot NVF(i, j) \quad (2)$$

$\sigma^2(i, j)$: 위치(i, j)를 중심으로 그 주변영역에 대한 지역 분산값.

σ_{\max}^2 : 상기 워터마크 삽입영역에서의 최대 분산값.

S_e, S_f, θ : 삽입강도 조절값.

【청구항 4】

제 1항에 있어서, 상기 워터마크 삽입단계는,

해당 삽입위치에 1의 워터마크를 삽입하는 경우, 그 원화상 계수값($LL_n(i)$)과 미리화상 계수값에 삽입강도를 가산한 값($LL_n'(i) + \lambda(i)$)을 비교하여,

원화상 계수값이 상기 가산값보다 크면 원화상 계수값을 그대로 유지하고,

원화상 계수값이 상기 가산값보다 작을 경우는 그 위치의 원화상 계수값을 상기 가산값으로 치환하는 것을 특징으로 하는 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 방법.

【청구항 5】

제 1항에 있어서, 상기 워터마크 삽입 단계는,

해당 삽입위치에 -1의 워터마크를 삽입하는 경우, 그 원화상 계수값($LL_n(i)$)과 미리화상 계수값에 삽입강도를 감산한 값($LL_n'(i) - \lambda(i)$)을 비교하여,

원화상 계수값이 상기 감산값보다 작으면 그 원화상 계수값을 그대로 유지하고,

원화상 계수값이 상기 감산값보다 클 경우는 원화상 계수값을 상기 감산값으로 치환 변경하는 것을 특징으로 하는 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 방법.

【청구항 6】

제 1항에 있어서, 상기 워터마크 삽입 생략 단계는,

상기 워터마크의 삽입으로 변경된 원화상 계수값과 워터마크 삽입전의 최초 원화상 계수값 간의 차이가 그 삽입강도의 3배 이상이 될 경우, 최초 원화상 계수값으로 유지함으로써 워터마크의 삽입을 생략하는 것을 특징으로 하는 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 방법.

【청구항 7】

제 1항에 있어서, 상기 워터마크 삽입 단계는,

강인성 및 화질열화 정도에 따라 설정된 소정의 횟수로, 각 삽입위치에 워터마크열을 반복 삽입하는 것을 특징으로 하는 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 삽입 방법.

【청구항 8】

워터마크 삽입 이미지를 그 삽입시와 동일한 레벨로 웨이블릿 변환한 후 그 DC 성분영역을 워터마크 추출영역으로 하고, 상기 추출영역의 원화상(LL_{nE})에 대해 고주파 필터링을 수행하여 고주파 성분이 제거된 미러화상(LL_{nE}')을 생성하는 단계;

워터마크 추출위치를 지정하는 인덱스 정보에 따라 각 추출위치에서의 원화상 계수값과 미러화상 계수값을 상호 비교하여 워터마크열($W_E(i)$)을 추출하는 단계;

사용자로부터 키(key)값을 입력받아 워터마크 삽입시의 워터마크열($W(i)$)을 생성하는 단계; 및

상기 추출된 워터마크열과 상기 삽입시의 워터마크열간의 유사도를 결정하고, 그 유사도값이 소정의 임계값이상인지에 의해 워터마크 존재여부를 판정하는 단계;로 이루어지는 것을 특징으로 하는 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 추출 방법.

【청구항 9】

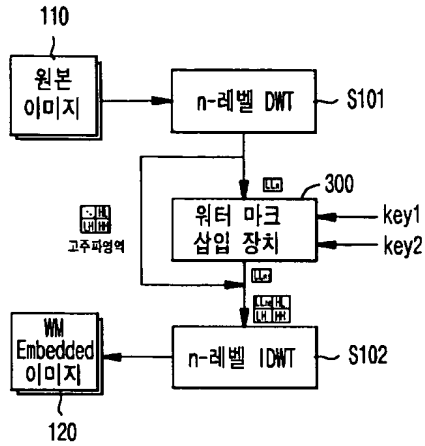
제 8항에 있어서, 상기 워터마크열 추출 단계는,

각 추출위치에서, 원화상 계수값이 그 미러화상 계수값보다 작을 경우는 -1의 워터마크값을 추출하고, 그 반대의 경우는 +1의 워터마크값을 추출하는 것을 특징으로 하는 웨이블릿 최저주파수 대역에서의 디지털 워터마크 추출 방법.

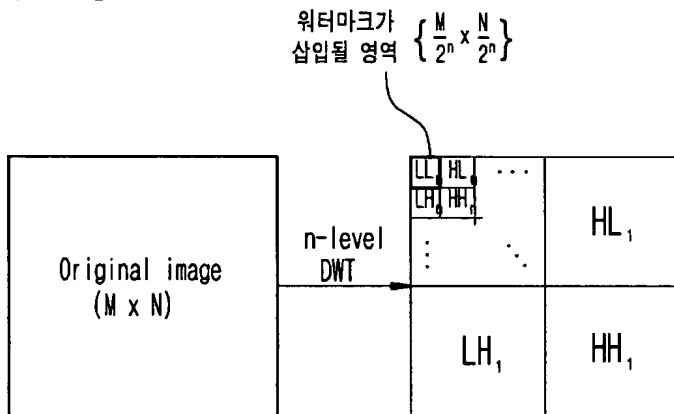
~

【도면】

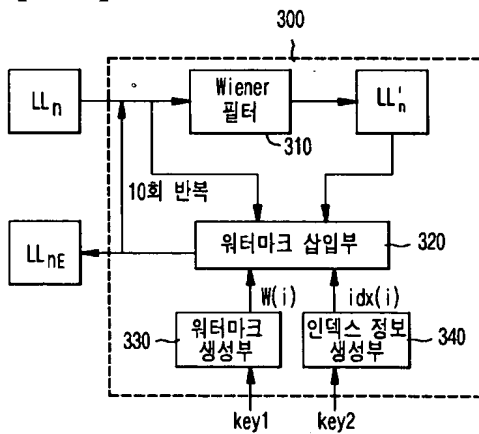
【도 1】



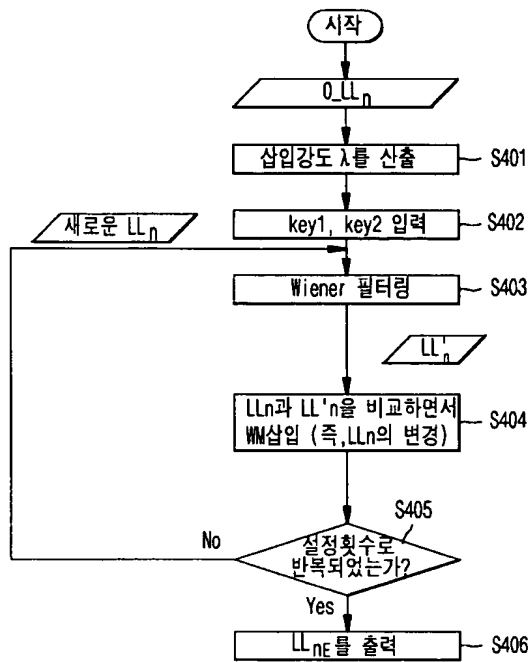
【도 2】



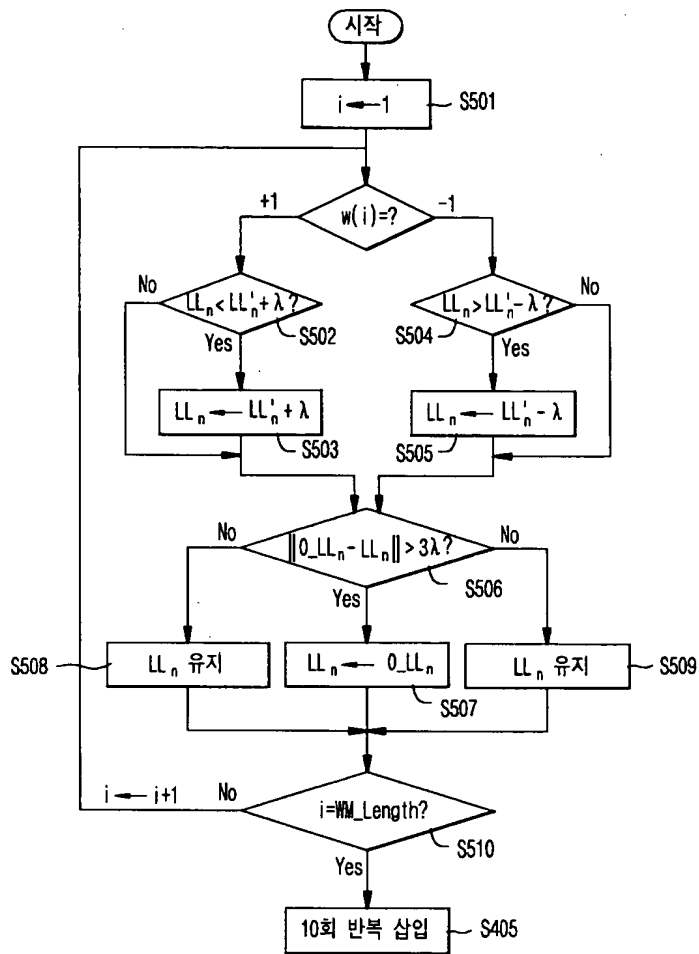
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

